



2022  
Lleida

27 · 1  
junio · juny  
julio · juliol

Cataluña  
Catalunya

## 8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a  
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

## Viforcat. Red de caminos forestales de Cataluña

FLETAS TORRENT, M.<sup>1</sup>, CERVERA ZARAGOZA, T.<sup>1</sup> y MARPONS FERRAN, N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de la Propietat Forestal. Generalitat de Catalunya.

### Resumen

Viforcat nace en el marco del proyecto Interreg poctefa iforwood basado en la innovación en la movilización y la transformación de la madera Pirenaica. Uno de los objetivos es disponer de una red de caminos digitalizada y conectada.

En 2017 se inician los trabajos para desarrollar una metodología para la realización de un inventario de las infraestructuras de caminos existentes. Se define un modelo de datos capaz de albergar las características para cada tramo identificado. Se realiza la obtención y procesamiento de la información para la integración de todas las fuentes de caminos, básicamente la cartografía topográfica 1:5000 de Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) y la cartografía de los instrumentos de ordenación forestal. La edición de la información vectorial se realiza con ayuda de imágenes con posibles localizaciones de caminos procedentes de sensores remotos (Ortofotografía aérea, escenas satelitales y Información LiDAR) obtenidas con tecnología de análisis y diseño orientado a objetos y la clasificación estadística de la información. Por último, se realiza un análisis topológico, la creación de una única red de caminos y la integración en una base de datos para 19 comarcas.

Se prevé una gestión de los datos dinámica y participada por diversos perfiles de usuarios del sector forestal en un entorno digital.

### Palabras clave

Red viaria, caminos, gestión forestal.

## 1. Introducción

Disponer de una red de caminos digitalizada, completa y conectada, es básico para la prevención y lucha contra los incendios forestales, para los usos sociales del monte y sobre todo para una adecuada movilización de los recursos forestales. Viforcat es un proyecto que quiere dar respuesta a la necesidad de integrar los datos existentes de caminos forestales en una sola fuente, con un modelo de datos capaz de dar respuesta a las necesidades de los diferentes actores del sector forestal y ponerlos a disposición de los usuarios mediante una infraestructura de datos espacial conectada.

El proyecto viforcat se inicia en el marco del proyecto europeo IforWood del programa POCTEFA. La acción 3 del proyecto se centra en la creación de una red de caminos forestales pirenaicos en las regiones españolas y francesas del Pirineo donde se acuerda un modelo de datos interoperable.

## 2. Objetivos

Disponer de una red de caminos debe permitir mejorar la competitividad y la toma de decisiones para mejorar la movilización de los recursos forestales y la información ambiental del territorio.

Crear una red dinámica de caminos de Catalunya es crear un sistema de información geográfica homogéneo de la red de caminos forestales y ponerla en valor de forma que permita diversas técnicas de visualización, análisis y actualización de los datos.

Para ello es necesario:

- Crear un modelo de datos capaz de albergar la información existente de forma homogenizada e interoperable. Así mismo dar la posibilidad de registrar características constructivas, de estado, etc. hoy en día inexistentes.
- Integrar los datos existentes en un sistema de información, realizar una validación exhaustiva de los trazados y las conexiones entre ellos y elaborar herramientas capaces de identificar nuevos caminos.
- Implementar un servicio de infraestructura de datos espaciales (IDE) entendido como sistema informático capaz de garantizar la producción, administración y usos de los datos por parte de los usuarios en función de una definición de roles (creación de datos, actualización, consulta...).

### 3. Metodología

Catalunya dispone de diversas fuentes de datos de caminos. Las más importantes en el ámbito forestal son la cartografía topográfica del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) y la cartografía de los instrumentos de ordenación forestal. La información de l'ICGC es un producto de una gran calidad, homogéneo y en constante desarrollo. Los métodos de obtención, mediante observación de ortofotoimagenes, no permite identificar al completo la red de caminos en cubiertas arboladas. Des de 2004 el Centre de la Propiedad Forestal ha invertido esfuerzos en la digitalización de los caminos identificados en los instrumentos de ordenación forestal en fincas privadas. Actualmente aproximadamente un 30% de los montes privados catalanes disponen de planificación. Los datos de caminos son de un gran valor a escala de finca forestal. Proviene, pero, de diferentes fuentes, distintos sistemas de obtención y presentan discontinuidades territoriales. Son un producto heterogéneo y en ocasiones con carencias tales como duplicidades y falta de estructura topológica.

En 2017 se inician los trabajos para desarrollar metodología para la realización de un inventario de las infraestructuras de caminos existentes. Se define un modelo de datos capaz de albergar las características para cada tramo identificado. Se realiza una prueba piloto en dos comarcas (Garrotxa i Ripollès) con el objetivo de obtener y procesar la información para la integración de las dos fuentes de datos de caminos. La edición de la información vectorial se realiza con ayuda de información con posibles localizaciones de caminos obtenida mediante el análisis de imágenes orientado a objetos y la clasificación estadística de la información procedente de sensores remotos (Ortofotografía aérea, escenas satelitales y Información LiDAR).

Se realiza una definición de un modelo de datos, capaz de albergar características de los caminos tales como longitud, ancho y pendiente, características identificables mediante herramientas de programario de sistemas de información geográfica, pero también revestimiento, accesibilidad según tipo de vehículo, estado, etc. que requieren un conocimiento del territorio adquirido in situ. El modelo de datos se realiza en el marco del proyecto interreg pfecta iforwood y es interoperable para la región pirineica.

Los buenos resultados en las dos comarcas piloto dan continuidad al proyecto.

En 2019 se realizan los trabajos de creación de una única red de caminos y la integración en una base de datos para 19 comarcas. Esta segunda etapa, se ha implementado en 6 fases:

1. La primera fase corresponde a la descarga y procesamiento de la información existente en el ámbito de trabajo. Se han utilizado la Base topográfica de Cataluña 1: 5000 (BT5M) del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC); la cartografía de los Instrumentos de ordenación forestal (IOF) del Centro de la Propiedad Forestal; el Mapa de usos y cubiertas del suelo del Departamento de Territorio y Sostenibilidad elaborado por el CREAL; las Ortofotos RGB e infrarrojas 1: 5000 del ICGC; Datos Lidar del LIDARCAT (2ª cobertura, 2016 a 2017); Imágenes de satélite Sentinel-2 de la Agencia Espacial Europea (ESA)

2. En la segunda y tercera fase se llevan a cabo las tareas para la obtención de cartografía de red viaria mediante la integración y validación de los datos obtenidos en la Fase 1. Se han procesado modelos digitales de elevaciones mediante diversas herramientas para crear índices topográficos y

detectar elementos lineales (figuras 1, 2 y 3); Se han procesado ortofotos para obtener diferentes índices o variables que permitan la identificación de elementos lineales (figuras 4 y 5); Se han procesado imágenes Sentinel entre 2016 y 2019 para identificar cambios y detectar posibles nuevas infraestructuras (figura 6); Se ha clasificado los resultados mediante el análisis y diseño orientado a objetos obteniendo imágenes con posibles localizaciones de infraestructuras lineales. Por último se realiza una depuración de las capas BT5M y caminos de los IOF y una integración con los datos obtenidos por teledetección.

3. Ante la dificultad de obtener de manera automática y generalizada la digitalización de nuevas infraestructuras con un porcentaje de éxito satisfactorio se opta por realizarlo a escalas de trabajo más reducidas, así como los datos procesados para llevarlo a término.

4. La cuarta fase es la creación de capas. Mediante un algoritmo de unión de capas se añaden elementos depurados los IOF a la capa BT5M el mismo momento que se realizan tareas de identificación y depuración de elementos duplicados. El algoritmo utiliza el conjunto de datos obtenidos en las fases previas. Posteriormente se realiza una corrección topológica del resultado que garantice la conectividad

5. En la quinta fase basándose en el modelo de datos creado y se genera la base de datos para recoger los datos. Se ha elaborado diferentes algoritmos para completar automáticamente los campos de la base de datos posibles desde gabinete.

6. En la última fase se ha realizado el diseño de un inventario mediante un muestreo probabilístico, el protocolo y los formularios de recogida de datos a campo para evaluar los productos resultantes y se han obtenido los resultados de la validación.

Actualmente se encuentra en fase de desarrollo una base de datos, un servidor de cartografía y una aplicación web para visualización y descarga de datos. Se ha realizado un análisis de los posibles usuarios y se han definido roles de acceso a la información en función de las necesidades.

Se está trabajando en nuevos protocolos de redacción de instrumentos de ordenación forestal que utilicen, complementen y mejoren los datos obtenidos.

#### 4. Resultados

La escala y el ámbito de trabajo han hecho que se haya trabajado con un volumen de datos muy grande que han requerido unos procesos técnicos difíciles. Se ha tenido que hacer frente a una gran variedad de situaciones que han requerido diferentes soluciones.

No se ha encontrado una metodología suficientemente viable para identificar nuevos trazados de caminos mediante técnicas de teledetección.

Finalizada la segunda etapa del proyecto iniciada en 2019, se han obtenido los siguientes documentos e información:

- Se ha obtenido una metodología para elaborar una red de caminos basada en los caminos del topográfico 1: 5000 del ICGC y la integración de los caminos de los IOF.

- Se ha creado un modelo de datos homogéneo con el territorio pirenaico del proyecto Iforwood para un futuro intercambio de la información con datos técnicos sobre las características y estado de conservación de los caminos.

- Se ha generado una base de datos con toda la información disponible hoy en día en el ámbito de trabajo (19 comarcas, figura 7), depurada y completada con información altamente fiable como la longitud o la pendiente longitudinal para todos los tramos. También se dispone de otra información, con mayor incertidumbre y no completa, como el tipo de tramo, revestimiento y anchura, atributos que suponen una primera determinación y que se ajustaran a medida que la base de datos sea utilizada.

- Se ha obtenido un protocolo y un conjunto de información accesoria para facilitar la identificación y digitalización de nuevos caminos y para la implementación en futuras tomas de datos.

- Actualmente se encuentra en fase de pruebas un sistema de información espacial, formado por una base de datos, servidor de mapas y aplicación web con los datos obtenidos

## 5. Discusión

En 2020 se realizó un análisis de las posibles herramientas a emplear para el acceso a la información y realizar las tareas de ampliación y mantenimiento. Se valoraron el uso de bases de datos espaciales y servidores de cartografía, así como herramientas web para visualización, descarga de datos y de toma de datos tanto para dispositivos móviles como para escritorio. [www.viforcat.cat](http://www.viforcat.cat) es actualmente una realidad y es un primer recurso disponible para los usuarios del sector.

Las dificultades encontradas en el procesamiento de datos que permitan la identificación de nuevos trazados de manera automática no han hecho posible incrementar el número de caminos identificados ya en fuentes existentes. Sin embargo se valora muy positivamente los esfuerzos realizados y el conocimiento adquirido de las características de la tecnología utilizada tales como datos provenientes de sensores lidar y imágenes sentinel. En un futuro no muy lejano, con las mejoras previstas en el sector se podrán desarrollar metodologías capaces de solucionar las dificultades encontradas en los objetivos.

Es importante dar continuidad al proyecto buscando nuevas formas de obtener datos y actualizar los existentes. Será necesario en un futuro próximo desarrollar herramientas y tecnología que permitan optimizar y mejorar los recursos generados.

## 6. Conclusiones

El proyecto viforcat ha conseguido integrar la información existente de caminos en ámbito forestal en 19 comarcas, definir un modelo de datos capaz de dar respuesta a las necesidades del sector y ha desarrollado una primera herramienta de visualización y distribución de datos para diferentes roles establecidos.

Viforcat tiene un gran potencial como información de base para el desarrollo de diferentes herramientas que permitan usar y mejorar los datos.

Viforcat debe contribuir en el desarrollo de la gestión forestal y en la mejor movilización de los recursos.

Viforcat es un proyecto vivo que debe tener en sus objetivos la constante mejora en la gestión de los datos de infraestructuras lineales forestales así como la búsqueda de la automatización de la identificación de nuevos caminos mediante las tecnologías disponibles.

## 7. Agradecimientos

Las empresas Fora forest technologies, en la prueba piloto, y Agresta S. coop en los trabajos de implementación de viforcat han desarrollado y implementado las propuestas tecnológicas utilizadas en el proyecto.



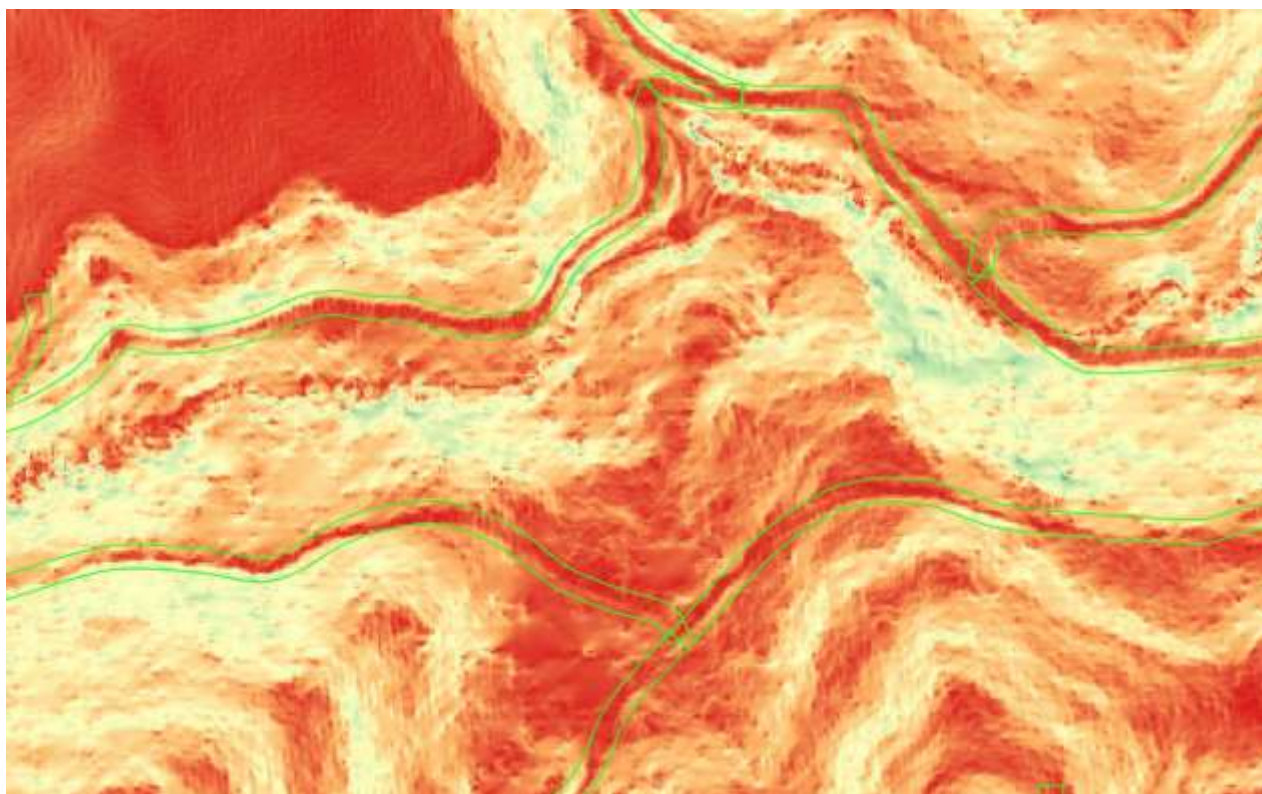


Figura 1. Resultado del cálculo de la pendiente reclasificada en una muestra del área de trabajo. Los segmentos delimitados con línea verde son elementos de la red viaria.

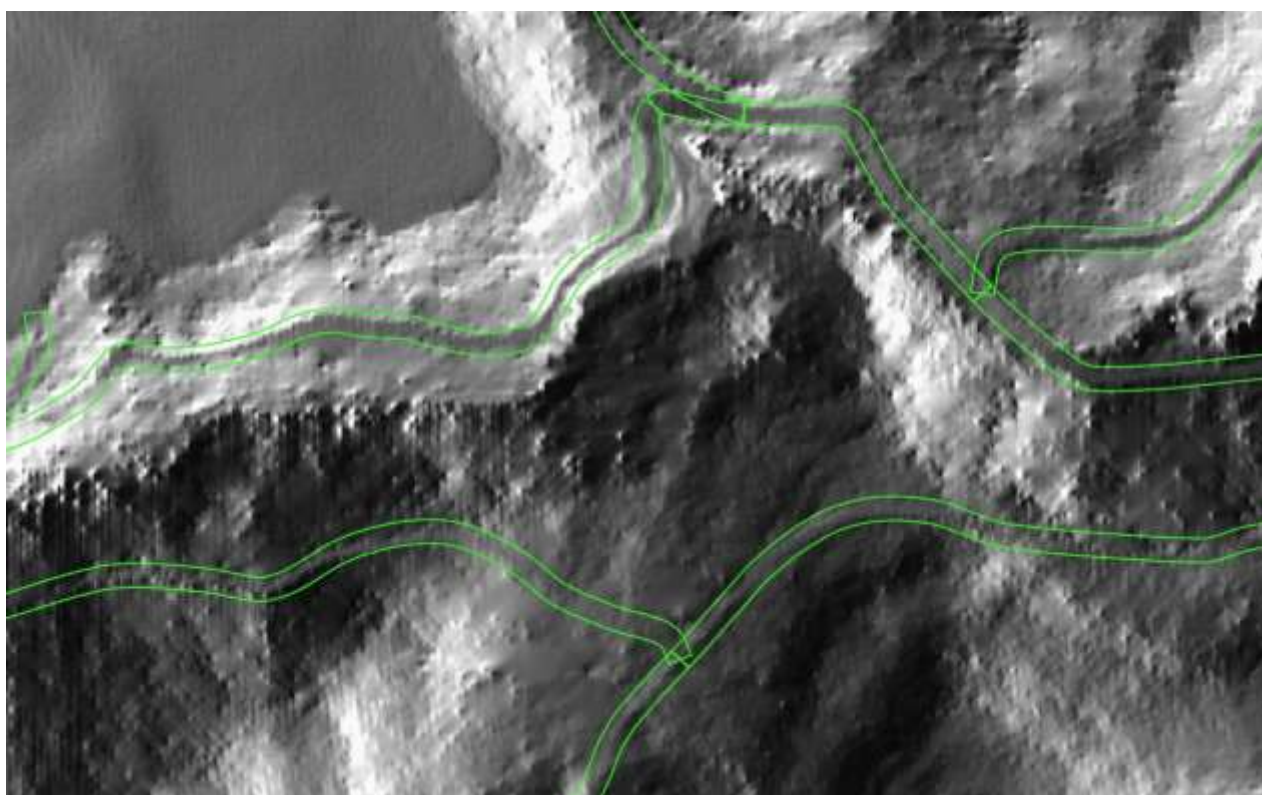


Figura 2. Resultado del cálculo del índice de sombreado multidireccional del terreno (hillshade) en una muestra del área de trabajo. Los segmentos delimitados con línea verde son elementos de la red viaria.



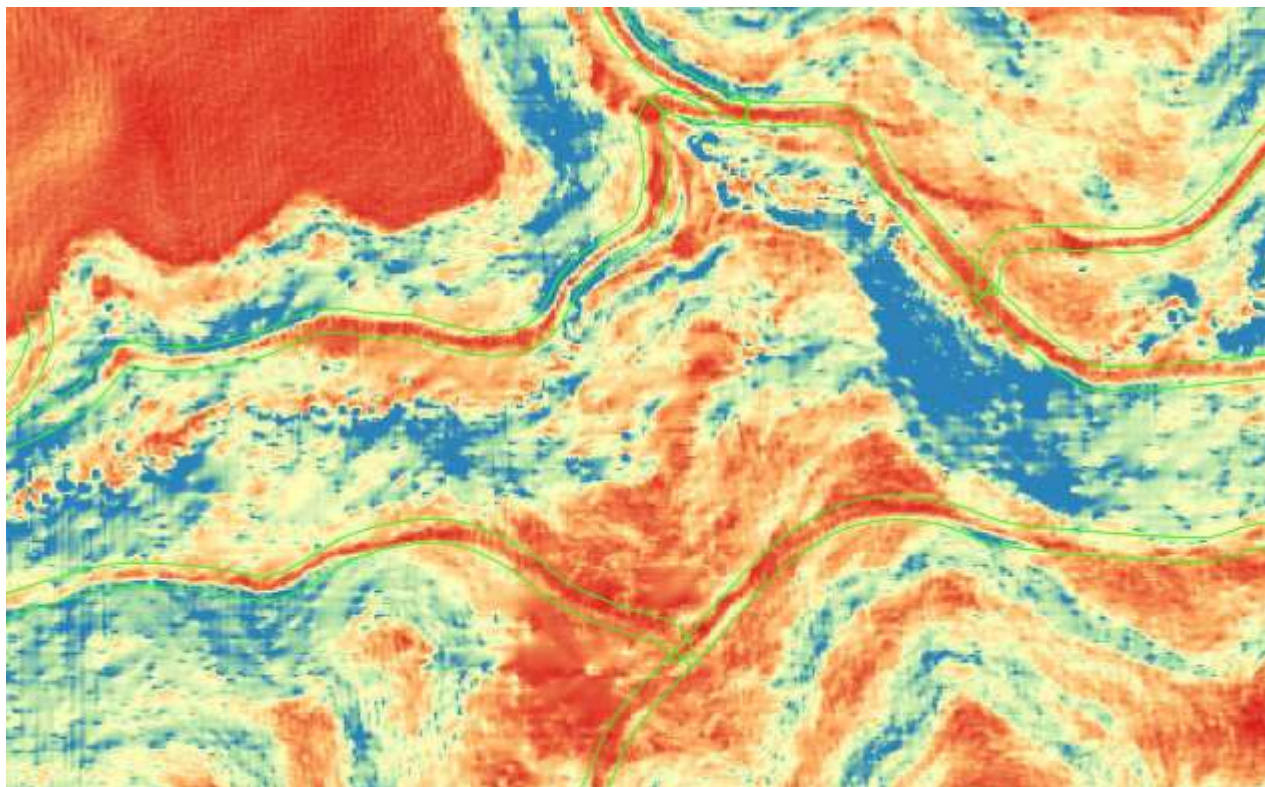


Figura 3. Resultado del cálculo del índice de rugosidad o irregularidad del terreno (roughness) en una muestra del área de trabajo. Los segmentos delimitados con línea verde son elementos de la red viaria.

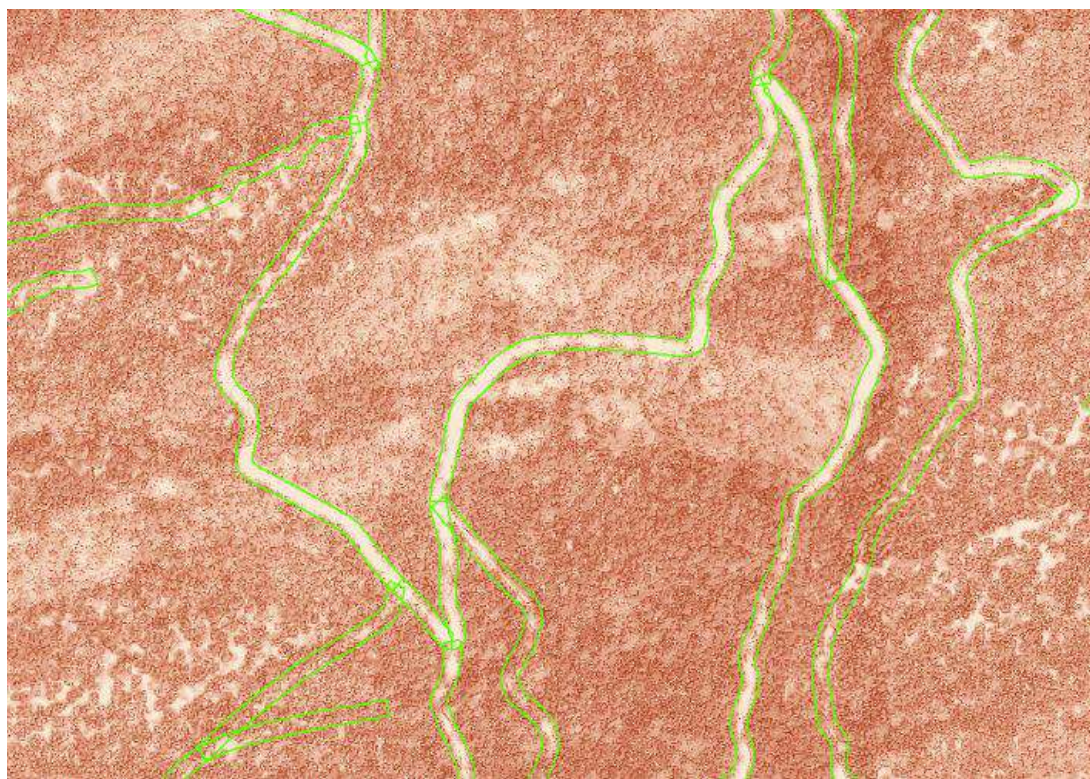


Figura 4. Resultado del cálculo del NDVI en una muestra del área de trabajo. Los segmentos delimitados con línea verde son elementos de la red viaria.



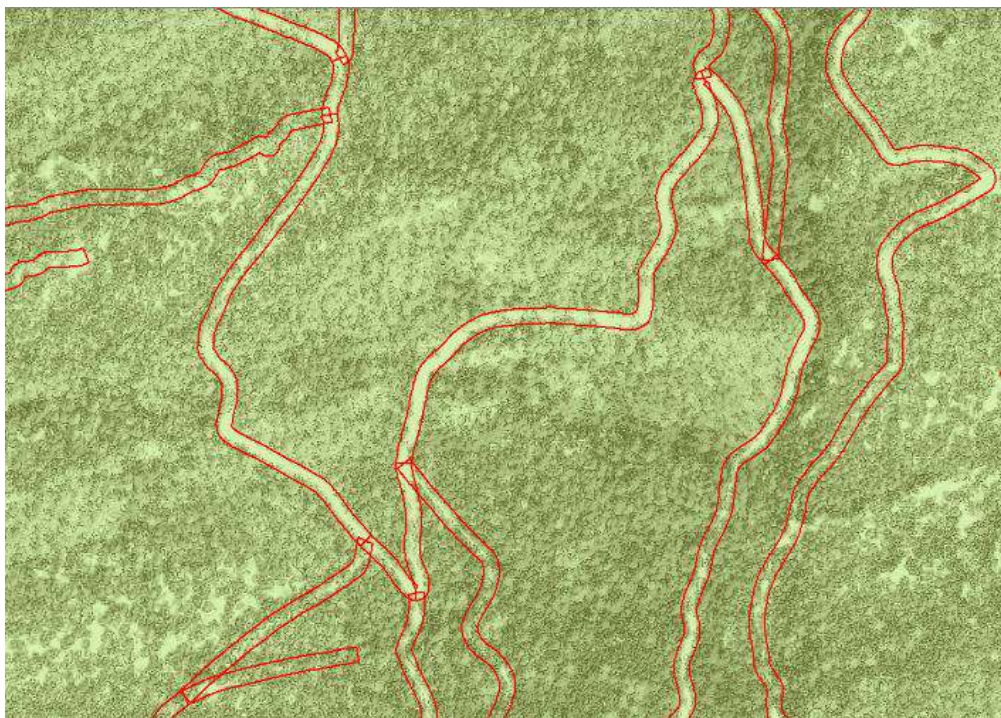


Figura 5. Resultado del cálculo del GNDVI en una muestra del área de trabajo. Los segmentos delimitados con línea roja son elementos de la red viaria.

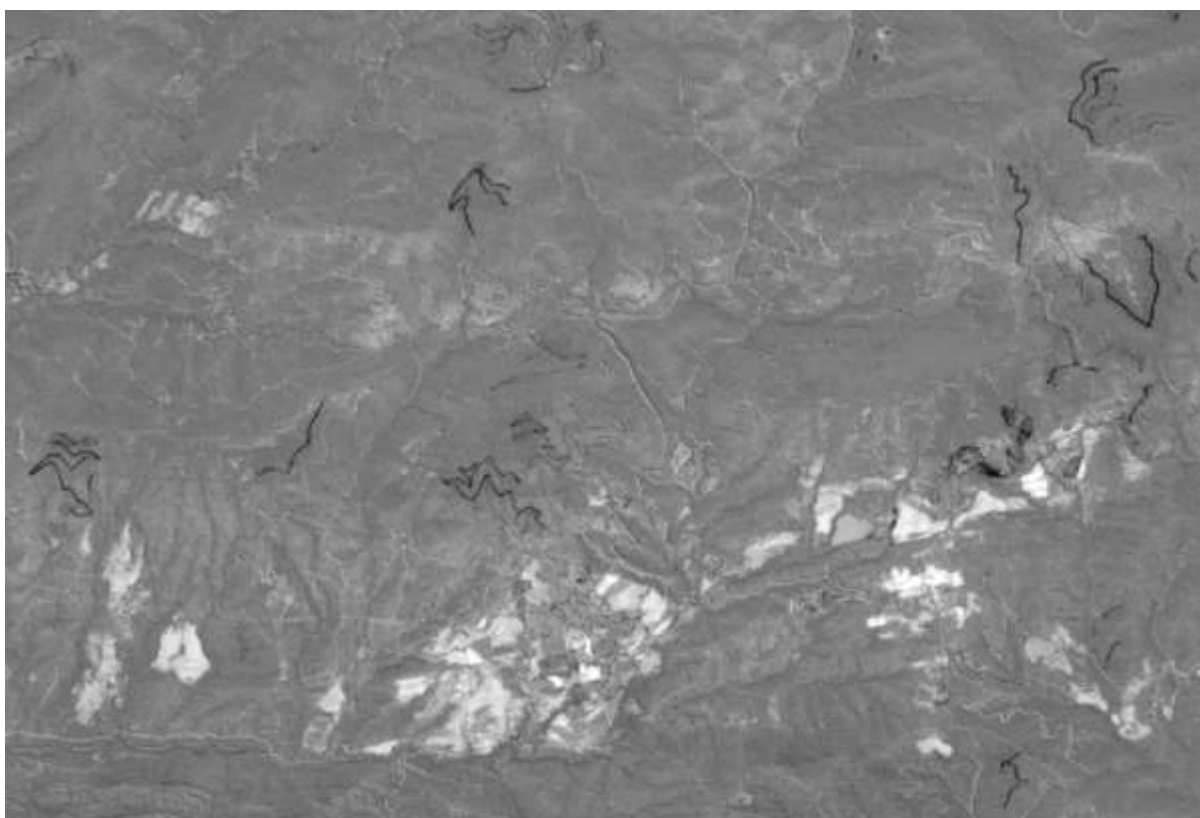
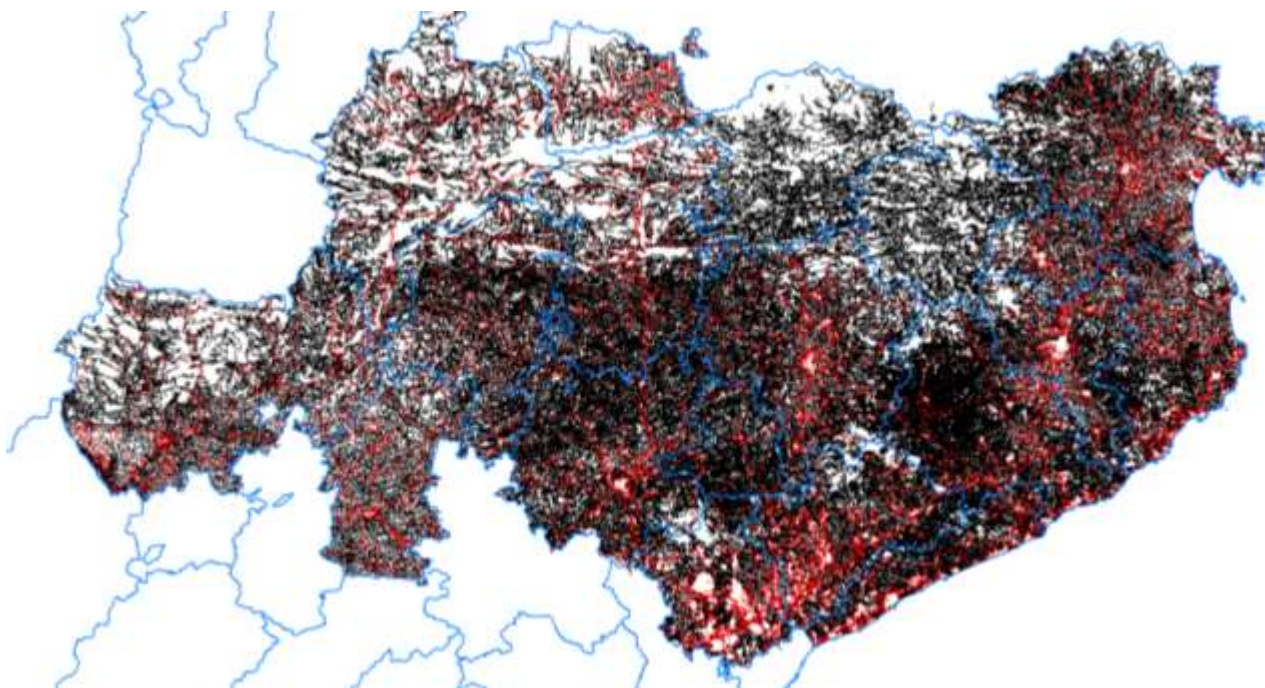


Figura 6. Resultado del cálculo del dNDVI2016-2019 en una muestra del área de trabajo. En tonalidad oscura (descenso brusco del valor de NDVI) aparecen algunos elementos lineales que tienen alta probabilidad de ser nuevas aperturas de red viaria. En otros casos (elementos no lineales) se trata de nuevas roturaciones, explanaciones, construcciones, etc.





*Figura 7. Ámbito geográfico resultado de la integración de caminos.*